



Estudo do potencial energético para geração de energia elétrica em granjas de suinocultura

Pablo Ricardo Pretto ¹, Diego Hinterholtz ², Claudia Pazini ³, Isabella Cristina Dall' Oglio ⁴.

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná (pablopretto@hotmail.com)

²Universidade Federal de Santa Maria (diegohinterholz@hotmail.com)

³Universidade Estadual do Oeste do Paraná (claudia_pazini@hotmail.com)

⁴Universidade Estadual do Oeste do Paraná (isabelladalloglio@gmail.com)

Resumo

Devido ao aumento pela demanda por energia no mundo, cada vez mais se buscam alternativas para substituir as fontes de energias fósseis. Com isso, uma das formas de produzir energia é através da biomassa residual gerada no sistema produtivo de suínos. O desenvolvimento da suinocultura intensiva promoveu a produção de grandes quantidades de biomassa residual que, quando manejados inadequadamente, tornam-se uma das principais fontes de poluição do meio. Por isso, o manejo de resíduos deve ser visto como parte integrante do sistema produtivo de suínos, devendo estar incluído no planejamento desta atividade. Para isso, foi quantificado o volume de biogás produzido em biodigestores de granjas de suínos de pequeno, médio e grande porte para geração de energia elétrica para as próprias granjas. As granjas de grande porte produzem 101 kW por mês, o que representa mais da metade da energia consumida em uma residência.

Palavras-chave: Energia elétrica. Suinocultura. Biomassa.

Área Temática: Energia e energias renováveis.

Study of the potential energy for electricity generation in pig industry of farms

Abstract

Due to the increasing demand for energy in the world, alternatives to replace fossil energy sources are becoming increasingly searched. With that, one of the ways to produce energy by residual biomass generated in the production system of swine. The development of intensive swine culture promoted the production of large amounts of residual biomass, when inappropriately handled, become a major source of pollution of the environment. So, the waste management should be seen as an integral part of the production system of swine, and must be included in the planning of this activity. For this, it was quantified the volume of biogas produced in biodigesters of small, medium and large swine farms to generate their own electricity. The large swine farms produce 101 kW per month, which represents more than half of the energy consumed in a residence.

Key words: Eletric energy. Swine culture . Biomass.

Theme Area: Energy and renewable energy.



1 Introdução

A crescente demanda por energia traz uma necessidade da inserção de novas matrizes energéticas renováveis, em conta ponto a matriz energética mundial atual, que é baseada em energias não renováveis (que não possuem capacidade de regeneração) e acabam contribuindo negativamente para problemas ambientais. É neste contexto que entram as buscas por novas tecnologias para fontes alternativas de energia, com o intuito de minimizar estes problemas.

Castro (2008) relata em seus estudos que já próximas décadas, as perspectivas da economia mundial são de crise na área da energia. Crise identificada pelo descompasso entre o crescimento da demanda e a incapacidade da oferta acompanhar o ritmo de expansão do Produto Interno Bruto (PIB) mundial, em especial do petróleo que é a base da matriz energética. O resultado mais imediato e visível desta crise é a volatilidade e recordes no preço do barril do petróleo.

A busca por fontes de energias renováveis (energia em que as condições naturais que permitem sua reposição em um curto espaço de tempo) é uma alternativa para blindar suas economias das incertezas geradas pela crise energética. Num estímulo às fontes alternativas incluem-se: energia eólica, solar, retorno da energia nuclear, gás natural e biomassa.

A biomassa é uma forma de os criadores de suínos aproveitarem os dejetos para geração de energia elétrica através dos biodigestores, onde o biogás produzido pode ser convertido em energia elétrica para a granja produtora. Essa energia produzida diminuirá os custos com energia na granja e dará o tratamento correto desses dejetos, que após passar pelo biodigestor pode ser usado como biofertilizante.

Desse modo, o presente trabalho irá abordar o potencial energético do biogás proveniente de dejetos de suínos em granjas de pequeno, médio e grande porte e quantificar o volume de metano gerado nos biodigestores e aproveitamento do biogás para conversão em energia elétrica.

2 Metodologia

O presente trabalho foi realizado para analisar o volume de metano gerado nos biodigestores através de efluentes da suinocultura. As estimativas foram feitas em granjas de acordo com o Sistema de Produção de Suínos (SPS) da Embrapa, onde as granjas são de pequeno, médio e grande porte. Um SPS pode ser considerado de pequeno porte se possuir menos de 40 suínos, de médio porte se tiver de 40 a 100 suínos e de grande no caso de mais de 100 suínos. Para estimar a produção de metano, foi feita a coleta de efluente da suinocultura em uma granja no noroeste do Rio Grande do Sul, município de Taquaruçu do Sul à latitude 27°23'31.48''S e longitude 53°26'33.43''

Após a coleta do efluente realizada em garrafa PET, foi feita a análise de DQO através do método do refluxo fechado descritos por APHA, AWWA e WEF (2005). O efluente foi diluído na proporção 1:100. Através da análise de DQO foi realizada a estimativa de produção de biogás citada por Chernicharo (1997) e Metcalf & Eddy (2004). A avaliação da produção de biogás pode ser feita a partir da estimativa da carga de DQO afluente do reator, que é convertida em gás metano (CHERNICHARO, 1997).

Segue abaixo, equação 1, a determinação da parcela de DQO convertida em gás metano:

$$DQO_{CH_4} = Q \times (S_o - S) - Y_{obs} \times Q \times S_o \quad (1)$$

Na qual: DQO_{CH_4} : Carga de DQO convertida em metano (kg DQO_{CH_4} /d);



Q: Vazão afluyente (m^3/d);

So: Concentração de DQO afluyente (kgDQO/m^3)

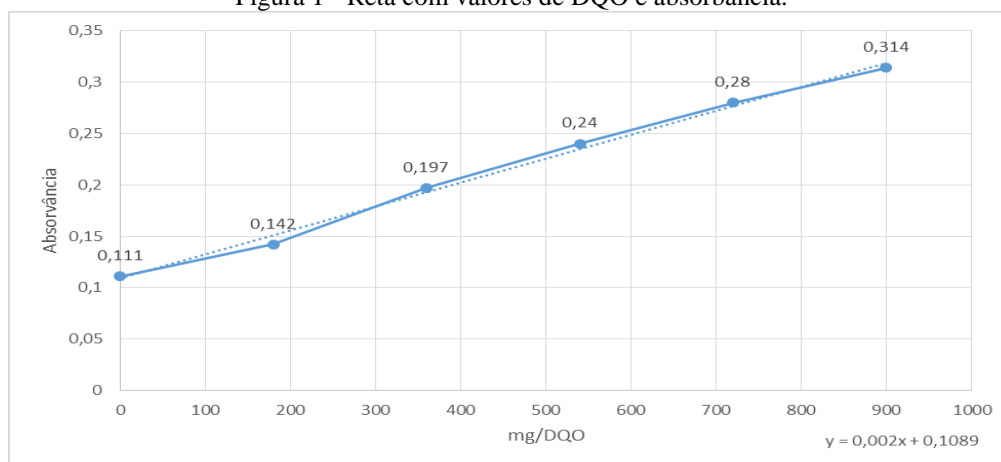
S: Concentração de DQO efluente (kgDQO/m^3)

Y_{obs} : coeficiente de produção de sólidos no sistema, em termos de DQO (0,11 a 0,23 $\text{kg DQO}_{\text{lodo}}/\text{kgDQO}_{\text{apl}}$).

De acordo com Oliveira (1993) a média de dejetos por suínos é de 8,60 litros por dia. As granjas para estimativa da produção de metano foram consideradas da seguinte forma: granja pequeno porte com 30 suínos, granja de médio porte com 90 suínos e granja de grande porte com 150 suínos. A partir disso foi calculada a vazão afluyente para cada granja.

A concentração de DQO afluyente foi medida através do método do refluxo fechado de APHA, AWWA e WEF (2005) e posteriormente foi gerada a reta com a relação dos valores de concentração de DQO e absorvância figura 1.

Figura 1 - Reta com valores de DQO e absorvância.



Os valores de absorvância encontrados através do método do refluxo fechado foram: 0,153 ; 0,155 e 0,161. Com esses valores, foram encontrados os valores de DQO através da fórmula do gráfico $y = 0,002x + 0,1089$.

Com a média dos três valores de DQO, foi realizado o cálculo de diluição do efluente que é na ordem 1:100 e assim chegando à concentração de DQO afluyente.

Para o cálculo da DQO efluente foi realizado o cálculo da remoção da concentração de DQO proposta por Chernicharo (1997), em que a porcentagem de remoção de DQO em reatores anaeróbios é na faixa de 65 à 75%. Para este cálculo foi adotado 70%.

Em relação ao Y_{obs} , foi adotado o valor intermediário de 0,16 $\text{kg DQO}_{\text{lodo}}/\text{kgDQO}_{\text{apl}}$.

Com o valor da carga de DQO convertida em metano, chega-se à equação 2 para determinação da produção volumétrica de metano.

$$Q_{\text{CH}_4} = \text{DQO}_{\text{CH}_4} / f(T) \quad (2)$$

Na qual:

Q_{CH_4} : Produção volumétrica de metano (m^3/d)

$f(T)$: fator de correção para temperatura operacional do reator (kgDQO/m^3).

A equação 3 mostra o cálculo do fator de correção para temperatura:

$$f(T) = P \times K_{\text{DQO}} / R \times (273+T) \quad (3)$$

Na qual:



P: Pressão atmosférica (1 atm);

K_{DQO} : DQO correspondente a um mol de CH_4 (64gDQO/mol);

R: Constante dos gases (0,08206 atm.L/mol.K);

T: Temperatura operacional do reator ($^{\circ}C$).

Lima (2007) afirma que nos Estados da Região Sul, a faixa de temperatura da biomassa situa-se entre 20 e 25 $^{\circ}C$. Para os cálculos foi utilizado a temperatura de 20 $^{\circ}C$.

Com a determinação de volumétrica de metano produzida através dos dejetos suínos nas granjas de pequeno, médio e grande porte, foi realizado o cálculo de produção de biogás e a conversão para produção de energia elétrica.

Como cita Martins e Assis (2007), o biogás é composto de 60 à 80% de metano. Para a base de cálculos foi utilizado 70%. Para a conversão em energia elétrica foi utilizado o cálculo baseado em Calijuri e Cunha (2013) e segue a equação (4).

$$P_{el} = R_{el} \times Pr_{CH_4} \times [50\,400 \text{ (kgWs/kgCH}_4\text{)} / 86400] \text{ (s/dia)} \quad (4)$$

P_{el} = Potência elétrica que pode ser gerada por kg_{CH_4} produzido/dia;

R_{el} = Eficiência global de conversão de energia química em energia elétrica = 0,35;

Pr_{CH_4} = Produção de metano (kg_{CH_4} /dia).

3 Resultados e Discussão

Primeiramente foi realizado o cálculo da concentração de DQO com os valores da absorbância obtidos pelo método do refluxo fechado descritos por APHA, AWWA e WEF (2005).

Com a fórmula $y = 0,002x + 0,1089$ obtida na Figura 2 e os valores da absorbância foram encontrados os valores de DQO que são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Concentrações de DQO do efluente de suinocultura

Absorbância	DQO (kg/m^3)
0,153	22,05
0,155	23,05
0,161	26,05

A média da contração de DQO ficou em 23,72 kg/m^3 . A concentração de DQO efluente é de 70% da DQO afluente nos sistemas de reatores anaeróbios segundo Chernicharo (1997) e portanto fica em 7,11 kg/m^3 .

Para os cálculos de determinação da produção volumétrica de metano foram utilizados os valores de 0,16 $kg\ DQO_{lodo}/kgDQO_{apl}$ para o Y_{obs} da equação 1 e temperatura operacional do reator de 20 $^{\circ}C$ para a equação 3.

Granja de pequeno porte:

A granja de pequeno porte, com 30 suínos, e média de produção de dejetos de 8,6L/d, possui uma vazão de 0,258 m^3 /d. Utilizando a equação 1 determinou-se a carga de DQO convertida em metano:

$$DQO_{CH_4} = Q \times (S_o - S) - Y_{obs} \times Q \times S_o$$

$$DQO_{CH_4} = 0,258m^3/d \times (23,72\ kg/m^3 - 7,11\ kg/m^3) - 0,16\ kg\ DQO_{lodo}/kgDQO_{apl} \times 0,258\ m^3/d \times 23,72kg/m^3$$



$$DQO_{CH4} = 3,30 \text{ kg DQO}_{CH4}/d$$

Com a carga de DQO convertida em metano estimou-se o volume de metano produzido através das equações 2 e 3.

$$f(T) = P \times K_{DQO} / R \times (273+T)$$

$$f(T) = 1 \text{ atm} \times 64 \text{gDQO/mol} / 0,08206 \text{ atm.L/mol.K} \times (273 + 20)$$

$$f(T) = 2,66 \text{ kgDQO/m}^3$$

$$Q_{CH4} = DQO_{CH4} / f(T)$$

$$Q_{CH4} = 3,30 \text{ kg DQO}_{CH4}/d / 2,66 \text{ kgDQO/m}^3$$

$$Q_{CH4} = 8,77 \text{ m}^3/d$$

Utilizando a equação 4 foi estimada a produção de energia elétrica da granja de pequeno porte:

$$P_{el} = R_{el} \times Pr_{CH4} \times [50\,400 \text{ (kgWs/kgCH}_4) / 86400 \text{ (s/dia)}]$$

$$P_{el} = 0,35 \times 3,30 \times [50400/86400]$$

$$P_{el} = 0,67 \text{ kW}$$

Granja de médio porte:

A granja de médio porte, com 90 suínos, e média de produção de dejetos de 8,6L/d, possui uma vazão de 0,774 m³/d. Utilizando a equação 1 determinou-se a carga de DQO convertida em metano:

$$DQO_{CH4} = Q \times (S_o - S) - Y_{obs} \times Q \times S_o$$

$$DQO_{CH4} = 0,774 \text{ m}^3/d \times (23,72 \text{ kg/m}^3 - 7,11 \text{ kg/m}^3) - 0,16 \text{ kg DQO}_{lodo}/\text{kgDQO}_{apl} \times 0,774 \text{ m}^3/d \times 23,72 \text{ kg/m}^3$$

$$DQO_{CH4} = 9,91 \text{ kg DQO}_{CH4}/d$$

Com a carga de DQO convertida em metano estimou-se o volume de metano produzido através das equações 2 e 3.

$$f(T) = P \times K_{DQO} / R \times (273+T)$$

$$f(T) = 1 \text{ atm} \times 64 \text{gDQO/mol} / 0,08206 \text{ atm.L/mol.K} \times (273 + 20)$$

$$f(T) = 2,66 \text{ kgDQO/m}^3$$

$$Q_{CH4} = DQO_{CH4} / f(T)$$

$$Q_{CH4} = 9,91 \text{ kgDQO}_{CH4}/d / 2,66 \text{ kgDQO/m}^3$$

$$Q_{CH4} = 26,36 \text{ m}^3/d$$

Utilizando a equação 4 foi estimada a produção de energia elétrica da granja de médio porte:

$$P_{el} = R_{el} \times Pr_{CH4} \times [50\,400 \text{ (kgWs/kgCH}_4) / 86400 \text{ (s/dia)}]$$

$$P_{el} = 0,35 \times 9,91 \times [50400/86400]$$

$$P_{el} = 2,02 \text{ kW}$$



Granja de grande porte:

A granja de grande porte, com 150 suínos, e média de produção de dejetos de 8,6L/d, possui uma vazão de 1,29 m³/d. Utilizando a equação 1 determinou-se a carga de DQO convertida em metano:

$$DQO_{CH_4} = Q \times (S_o - S) - Y_{obs} \times Q \times S_o$$

$$DQO_{CH_4} = 1,29 \text{ m}^3/\text{d} \times (23,72 \text{ kg}/\text{m}^3 - 7,11 \text{ kg}/\text{m}^3) - 0,16 \text{ kg DQO}_{\text{lodo}}/\text{kgDQO}_{\text{apl}} \times 1,29 \text{ m}^3/\text{d} \times 23,72 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$DQO_{CH_4} = 16,53 \text{ kg DQO}_{CH_4}/\text{d}$$

Com a carga de DQO convertida em metano estimou-se o volume de metano produzido através das equações 2 e 3.

$$f(T) = P \times K_{DQO} / R \times (273 + T)$$

$$f(T) = 1 \text{ atm} \times 64 \text{ gDQO}/\text{mol} / 0,08206 \text{ atm.L}/\text{mol.K} \times (273 + 20)$$

$$f(T) = 2,66 \text{ kgDQO}/\text{m}^3$$

$$Q_{CH_4} = DQO_{CH_4} / f(T)$$

$$Q_{CH_4} = 16,53 \text{ kgDQO}_{CH_4}/\text{d} / 2,66 \text{ kgDQO}/\text{m}^3$$

$$Q_{CH_4} = 43,96 \text{ m}^3/\text{d}$$

Utilizando a equação 4 foi estimada a produção de energia elétrica da granja de grande porte:

$$P_{el} = R_{el} \times Pr_{CH_4} \times [50\,400 \text{ (kgWs/kgCH}_4\text{)} / 86\,400 \text{ (s/dia)}]$$

$$P_{el} = 0,35 \times 16,53 \times [50\,400/86\,400]$$

$$P_{el} = 3,37 \text{ kW}$$

A suinocultura é uma atividade caracterizada pelo alto consumo de energia sendo, portanto, o reaproveitamento da energia contida no biogás um processo que pode baratear o custo de produção de suínos e melhorar sua eficiência energética (NISHIMURA et al., 2008).

Com esses dados, a produção de energia mensal das granjas é de 20,1 kW para granja de pequeno porte, 60,6 kW para granja de médio porte e 101,1 kW para granja de grande porte. Essa energia, produzida nos biodigestores através dos dejetos da suinocultura, pode ser utilizada na própria granja produtora, para que diminua os seus gastos com energia elétrica.

Lima (2007) afirma que a população brasileira de suínos gere dejetos suficientes para se produzir cerca de 4 milhões de m³dia⁻¹ de biogás. Esse biogás poderia gerar aproximadamente 2 milhões de kwh de energia elétrica por dia, o que representa 60 milhões de kwh por mês. Admitindo-se um consumo médio mensal de 170 kwh, a energia elétrica produzida a partir da suinocultura brasileira poderia atender mais de 350 mil residências.

A respeito da capacidade de produção de biogás, Souza *et al.* (2004) afirma que, o tamanho das propriedades de suinocultura influi no volume de produção do biogás, sendo que estas podem variar de pequenas propriedades, com capacidade de 100 matrizes, até grandes propriedades, com mais de 2.500 matrizes. Dado que o índice teórico de produção de resíduo é de 72 litros dia⁻¹suíno⁻¹, resultando em 0,775 m³dia⁻¹suíno⁻¹ de biogás.



4 Conclusão

O Brasil por ser um país tropical possui um enorme potencial de biomassa, devido à grande produtividade de massa vegetal e animal existente, podendo assim viabilizar o desenvolvimento e implantação de tecnologias que visam à geração de energia elétrica por este meio.

Posteriormente analisando os impactos ambientais pode-se concluir que a suinocultura devido à grande quantidade de resíduos gerados, é uma atividade potencialmente poluidora, podendo também ser uma atividade sustentável, devido às tecnologias como biodigestores para tratamento desses efluentes.

Além de tratar esses efluentes e diminuir os lançamentos dos dejetos em recursos hídricos, os biodigestores podem diminuir os custos com energia elétrica através do biogás produzido.

Para as granjas de pequeno, médio e grande porte, o aproveitamento da biomassa para geração de energia elétrica é uma alternativa para diminuir os custos além de ser um Mecanismo de Desenvolvimento Limpo que diminui as emissões de gases que causam o efeito estufa.

5 Referências

ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Atlas da energia elétrica 2007. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em 19 março 2016.

APHA, AWWA, WEF, **Standard Methods For The Examination Of Water & Wastewater 21st Edition**, 2005.

CALIJURI, M. do C.; CUNHA, D. G. F. Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão. Elsevier. Rio de Janeiro, 2013.

CASTRO, N. J. de. **Os leilões das usinas do Rio Madeira e as perspectivas para o desenvolvimento econômico brasileiro**. Rio de Janeiro, 2008.

CHERNICHARO, C. A de L. **Reatores anaeróbios**. 2ª ed. UFMG. Belo Horizonte, 1997.
LIMA, P. C. R. Biogás da suinocultura: Uma importante fonte de geração de energia. Outubro, 2007.

MARTINS, Davis Silva; ASSIS, Elaine Gomes. **Estudo de viabilidade econômica da implantação de um biodigestor em uma Granja de perus**. In: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 27, Foz do Iguaçu, 2007.

NISHIMURA, R.; KOLTERMANN, P. I.; SOUZA, K. C. G.; ORTEGA; J. M. **Balanço Energético em Suinocultura Com Geração de Energia Elétrica a Partir do Biogás**. In: VIII Conferência Internacional de Aplicações Industriais - VIII INDUSCON. Poços de Caldas, 2008.

OLIVEIRA, P. A. V. Manual de Manejo e Utilização dos Dejetos de Suínos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1993.

SOUZA, C. V. **Análise ambiental e energética do tratamento de dejetos líquidos de suínos**. Dissertação (Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri) 2009.